

2

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-064001

(43)Date of publication of application : 29.02.2000

(51)Int. CI. C22C 38/00

(21)Application number : 10-233766 (71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 20.08.1998 (72)Inventor : UNAMI SHIGERU  
UENOSONO SATOSHI

## (54) POWDER MIXTURE FOR HIGH STRENGTH SINTERED PARTS

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain high strength in as-sintered state even after low temperature sintering heat treatment in a weakly oxidizing atmosphere by mixing specific amounts of Ni powder, Cu powder, and graphite powder with an alloy steel powder containing partially alloyed Ni and Mo.

SOLUTION: The powder mixture for sintered parts has a composition consisting of, by weight, 0.5-4% of partially alloyed Ni, 0.5-5% of partially alloyed Mo, 1-5% of Ni powder, 0.5-4% of Cu powder, 0.2-0.9% of graphite powder, and the balance Fe with inevitable impurities. If necessary, a lubricant such as zinc stearate and oleic acid, in an amount of about 0.3 to 1 pts.wt. is added to 100 pts.wt. of the powder mixture where the alloy steel powder, the Ni powder, the Cu powder, and the graphite powder are mixed. Even if low temperature sintering heat treatment at about 1100 to 1200° C is applied to the powder mixture in a weakly oxidizing RX atmosphere, a sintered compact having a high strength of the order of 800 MPa or above can be obtained. By this method, high strength sintered parts can be economically manufactured without heat treatment.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.10.2003

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection][Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3663929

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-64001

(P2000-64001A)

(43) 公開日 平成12年2月29日 (2000.2.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

C 2 2 C 38/00

3 0 4

C 2 2 C 38/00

3 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平10-233766

(22) 出願日

平成10年8月20日 (1998.8.20)

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 宇波 繁

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(72) 発明者 上ノ菌 聡

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(74) 代理人 100099531

弁理士 小林 英一

(54) 【発明の名称】 高強度焼結部品用混合粉

(57) 【要約】

【課題】 高強度焼結部品を製造できる混合粉を提供する。

【解決手段】 NiおよびMoを部分合金化した合金鋼粉に、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉を混合した混合粉であって、該混合粉は、部分合金化したNi:0.5~4wt%およびMo:0.5~5wt%、Ni粉:1~5wt%、Cu粉:0.5~4wt%および黒鉛粉:0.2~0.9wt%並びに残部Feおよび不可避免の不純物からなる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 NiおよびMoを部分合金化した合金鋼粉に、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉を混合した混合粉であって、該混合粉は、部分合金化したNi:0.5~4wt%およびMo:0.5~5wt%、Ni粉: 1~5wt%、Cu粉: 0.5~4wt%および黒鉛粉: 0.2~0.9wt%並びに残部Feおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする高強度焼結部品用混合粉。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、粉末冶金用混合粉に係わり、特に自動車用高強度焼結部品の製造に好適な合金鋼粉との混合粉に関する。

## 【0002】

【従来の技術】金属粉を金型内で加圧して成形体としたのち、焼結して焼結体となる粉末冶金法は、機械部品等の製造に利用されている。金属粉として鉄粉を用いる場合には、鉄粉にCu粉、黒鉛粉等を混合し、成形、焼結して、5.0~7.2 g/cm<sup>3</sup>程度の密度を有する焼結体としてゐる。このような粉末冶金法を利用すると、かなりの複雑な形状の機械部品を寸法精度良く製造できるため、高い寸法精度を要求されるギヤ等の自動車用部品の製造に広く利用されている。

【0003】これら自動車用部品には、高強度であることが要求されているが、強度の向上のためには合金元素を添加した焼結体に、さらに焼入焼戻等の熱処理を施して製品化することが一般的に行われている。さらに、最近では、製造コストの低減のために、高強度焼結部品をRXガスなどの弱酸化性雰囲気中で、焼結温度を低下させた低温焼結により製造する製造方法が指向され、さらに焼結後の熱処理をも省略することが指向されている。このような低温焼結を施し、しかもその後の熱処理を省略した焼結部品において、高強度となる原料粉が要望されている。

【0004】しかし、弱酸化性雰囲気中で焼結を行う場合には、特公昭58-10962号公報に開示されたCr、Mnなどの易酸化性合金元素を溶鋼の状態で予合金した予合金化合金鋼粉を用いると、予合金された合金元素が酸化されて所望の強度向上が得られないという問題があった。また、特公昭45-9649号公報や特開平1-215904号公報に開示された、Ni、Mo、Cu等の合金元素を鉄粉に部分合金化させた部分合金化合金鋼粉を用いた場合には、合金元素の酸化という問題はないが、この合金鋼粉は、圧縮性が低いことと、さらに焼結後に熱処理することを目的としているため、焼結のままでは引張強さ800MPa以上の高強度を達成できないという問題が残されていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記した状況に鑑み、低温焼結、望ましくは弱酸化性雰囲気中での

での強度が、引張強さ800MPa以上が可能で、高強度焼結部品を製造できる混合粉を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記した課題を達成するために、焼結体への合金元素の添加方法を鋭意検討した結果、強度を向上させる合金元素として焼結中に酸化されにくいNi、MoおよびCuを選択し、Niは、部分合金化したNiとNi粉との両方で添加し、Moは、部分合金化したMoとして添加し、CuおよびCはCu粉及び黒鉛粉として添加することにより、弱酸化性雰囲気中での低温焼結熱処理を施しても引張強さ800MPa以上の高強度を有する焼結部品の製造が可能であることを見だし、本発明を構成した。

【0007】本発明は、NiおよびMoを部分合金化した合金鋼粉に、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉を混合した混合粉であって、該混合粉は、部分合金化したNi:0.5~4wt%およびMo:0.5~5wt%、Ni粉: 1~5wt%、Cu粉: 0.5~4wt%および黒鉛粉: 0.2~0.9wt%並びに残部Feおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする高強度焼結部品用混合粉である。

## 【0008】

【発明の実施の形態】本発明では、鉄粉に、所定量の合金化用粉を添加・混合した後、熱処理を施し、部分合金化したNiおよびMoを含む合金鋼粉とする。部分合金化は、公知の方法で行えばよく、特に限定しないが、熱処理温度は700~1000℃とするのが好ましい。例えば、NiおよびMoを部分合金化するには、金属Ni粉、NiO粉、およびFe-Ni粉などの公知の合金化用粉の群から選ばれた1種または2種以上の合金化用粉と、金属Mo粉、Mo<sub>3</sub>粉、およびFe-Mo粉などの公知の合金化用粉の群から選ばれた1種または2種以上の合金化用粉とを、添加・混合したのち前記温度で熱処理することで行うことができる。

【0009】まず、合金鋼粉の組成の限定理由について説明する。本発明では、部分合金化して含む合金元素としてNiとMoを選択する。NiとMoは、RXガス（炭化水素変成ガス）の様な弱酸化性雰囲気での焼結を行っても酸化することがなく、効率よく強度の向上が可能となる。

部分合金化Mo:0.5~5 wt%

Moは、固溶強化、変態強化により強度を向上させる元素であり、強度を高くするために添加する。Moは拡散しにくい元素であるので、Mo粉末として添加したのでは焼結時の拡散が不十分となる。一方、Moを予合金化したのでは合金鋼粉の圧縮性の低下が著しいので、あらかじめMoは部分合金化する。

【0010】部分合金化したMoの含有量が0.5 wt%未満では、強度を向上させる効果が十分でなく、一方、5 wt%を超えて含有すると、圧縮性が低下し強度、靱性が低

5 wt%の範囲に限定した。好ましくは、部分合金化して含むMoの含有量は0.5 ~3 wt%である。部分合金化Ni:0.5~4 wt%Niは、少量であっても予合金化したのでは合金鋼粉の圧縮性の低下が著しいので、あらかじめ部分合金化する。Niを部分合金化して添加すると、焼結時に鉄粉中に拡散し、ベイナイトまたはマルテンサイト相変態開始温度を低温側へ移行させ、組織を微細化し基地を強化して、強度を高くする。

【0011】部分合金化して含むNiの含有量が、0.5 wt%未満では、強度を向上させる効果が十分でなく、4 wt%を超えると圧縮性が低下することと残留オーステナイトが増加することによって、強度が低下する。このため、部分合金化して含むNiの含有量は、0.5 ~4 wt%の範囲とした。好ましくは、部分合金化して含むNiの含有量は、0.5 ~3 wt%である。

【0012】前記合金鋼粉を製造するための鉄粉としては、公知のミルスケール還元鉄粉、鉍石還元鉄粉、電解鉄粉、アトマイズ鉄粉のいずれを用いてもよいが、コストの点と不可避的不純物が少ない点から水アトマイズ鉄粉やミルスケール還元鉄粉が好ましい。次に、合金鋼粉に添加するNi粉、Cu粉および黒鉛粉の組成の限定理由について説明する。前記したようにNiは弱酸性雰囲気での焼結を行っても酸化することがなく、Cuも同様であるので、効率よく強度の向上が可能となる合金元素である。

【0013】Ni粉:1~5 wt%

Ni粉は、焼結を活性化し、空孔を微細化して、強度を高くするので添加する。Ni粉の含有量が1 wt%未満では、焼結を活性化させる効果が十分でなく、一方、5 wt%を超えると残留オーステナイトが増加し強度が低下する。このため、Ni粉の含有量は1 ~5 wt%の範囲に限定した。好ましくは、Ni粉の含有量は、2 ~4wt%である。

【0014】Ni粉としては、熱分解法によって作ったカルボニルニッケル粉、Ni酸化物を還元したNi粉、など公知のものを用いればよい。

Cu粉:0.5~4 wt%

Cu粉は、焼結時に液相を形成し、焼結を促進して空孔を球状化し、強度を向上させる元素である。Cuは、予合金化するかまたは部分合金化すると、圧縮性が低下することと、焼結時に発生する液相量が少なくなることにより、強度が低下するので、Cu粉として添加する。Cu粉の含有量が、0.5 wt%未満では強度を向上させる効果が、十分でなく、4 wt%を超えると脆化する。このため、Cuの含有量は、0.5 ~4 wt%の範囲とした。好ましくは、Cu粉の含有量は、1 ~3 wt%である。

【0015】Cu粉としては、電解Cu粉やアトマイズCu粉等の公知のものを用いればよい。

黒鉛粉:0.2~0.9 wt%

黒鉛粉は、焼結時に鉄粉中に容易に拡散し、固溶強化に

2 wt%未満では強度を向上させる効果が十分でなく、0.9 wt%を超えると、初析セメンタイトが粒界に析出し、強度が低下する。このため、黒鉛の含有量は、0.2 ~0.9 wt%の範囲とした。

【0016】以上に記載したwt%は、部分合金化した合金鋼粉、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉を混合した混合粉に対する重量%であり、残部はFeおよび不可避的不純物である。また、本発明では、上記した合金鋼粉、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉を混合した混合粉100 重量部に対して、潤滑剤0.3 ~1 重量部を、必要に応じて添加する。潤滑剤としては、成形時の粉末どうしあるいは粉末と金型間の摩擦を低減するステアリン酸亜鉛、オレイン酸などの公知の潤滑剤を、添加することができる。

【0017】あるいは、潤滑剤を合金鋼粉に添加した後、加熱・冷却して、前記合金鋼粉に前記潤滑剤を付着させたものとしてもよい。それに、さらに粉末の潤滑剤を添加することもできる。あるいは、上記の合金鋼粉、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉並びに潤滑剤を混合後、加熱・冷却して、合金鋼粉に、潤滑剤をバインダーとして、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉を付着させてもよい。このようにすると、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉の偏析を防止することができる。それに、さらに粉末の潤滑剤を添加することもできる。

【0018】なお、本発明の混合粉は、弱酸性性であるRXガス雰囲気中での1100~1200℃の低温焼結熱処理を施しても、焼結のままの強度が、800MPa以上の高強度を有する焼結体とすることができるが、この条件に限定されるものではなく、N<sub>2</sub>、AXガス等他の雰囲気中で高温焼結を行うこともできることは言うまでもない。

【0019】

【実施例】水アトマイズ法で製造した実質的にFeおよび不可避的不純物からなる鉄粉に、金属Ni粉とMoO<sub>3</sub>粉を、それぞれ所定量添加混合した。混合した混合粉に、水素雰囲気中で880℃×1hrの熱処理を施し、Moおよび/またはNiを部分合金化した合金鋼粉を作成した。次いで、それらの合金鋼粉に、Ni粉とCu粉の内の1種または2種、黒鉛粉およびステアリン酸亜鉛をブレンダーで混合して、表1に示した発明例と比較例の混合粉とした。その際、ステアリン酸亜鉛は、合金鋼粉、Ni粉、Cu粉および黒鉛粉の合計100 重量部に対して、0.8 重量部を添加した。

【0020】得られた混合粉を、日本粉末冶金工業会(JPMA)のM 04-1992 に準拠して、成形圧力490MPaで引張試験片の成形体に成形し、これら成形体に、RXガス雰囲気中で1130℃×20minの条件で低温焼結を施し、焼結体とした。得られた焼結体について、引張り速度5mm/minで引張強さを調査した。それらの結果を、表1に示す。

【0021】

【表1】

番号	混合粉組成 (wt%)						焼結体の 引張強度 (MPa)	備考
	部分合金			粉末				
	Mo	Ni	その他	Ni	Cu	黒鉛		
1	—	3.0	—	2.0	0.5	0.4	680	比較例
2	0.6	3.0	—	2.0	0.5	0.4	830	発明例
3	1.0	3.0	—	2.0	0.5	0.4	860	発明例
4	3.0	3.0	—	2.0	0.5	0.4	845	発明例
5	5.0	3.0	—	2.0	0.5	0.4	800	発明例
6	6.0	3.0	—	2.0	0.5	0.4	640	比較例
7	1.0	—	—	4.0	2.0	0.5	730	比較例
8	1.0	0.6	—	4.0	2.0	0.5	825	発明例
9	1.0	1.0	—	4.0	2.0	0.5	875	発明例
10	1.0	2.0	—	4.0	2.0	0.5	870	発明例
11	1.0	3.0	—	4.0	2.0	0.5	850	発明例
12	1.0	4.0	—	4.0	2.0	0.5	815	発明例
13	1.0	5.0	—	4.0	2.0	0.5	690	比較例
14	1.0	2.0	—	—	1.0	0.4	710	比較例
15	1.0	2.0	—	1.0	1.0	0.4	820	発明例
16	1.0	2.0	—	2.0	1.0	0.4	850	発明例
17	1.0	2.0	—	3.0	1.0	0.4	860	発明例
18	1.0	2.0	—	4.0	1.0	0.4	835	発明例
19	1.0	2.0	—	5.0	1.0	0.4	800	発明例
20	1.0	2.0	—	6.0	1.0	0.4	680	比較例
21	0.5	4.0	—	2.0	—	0.6	730	比較例
22	0.5	4.0	—	2.0	0.5	0.6	800	発明例
23	0.5	4.0	—	2.0	1.0	0.6	845	発明例
24	0.5	4.0	—	2.0	2.0	0.6	840	発明例
25	0.5	4.0	—	2.0	3.0	0.6	830	発明例
26	0.5	4.0	—	2.0	4.0	0.6	800	発明例
27	0.5	4.0	—	2.0	5.0	0.6	730	比較例
28	1.0	0.5	—	5.0	1.5	0.1	630	比較例
29	1.0	0.5	—	5.0	1.5	0.3	800	発明例
30	1.0	0.5	—	5.0	1.5	0.5	840	発明例
31	1.0	0.5	—	5.0	1.5	0.8	810	発明例
32	1.0	0.5	—	5.0	1.5	1.0	700	比較例
33	0.3	—	(※1)	—	—	—	461	従来例 1
34	0.38	5.02	Cu:1.8	—	—	—	620	従来例 2

但し、(\*1)はCr:3.0wt%、V:0.3 wt%。

番号33のMo:0.3wt%と(\*1)の元素は、予合金として含む。

【0022】表1から、本発明例は、引張強さが800MPa以上の高強度の焼結体となっていることがわかる。一方、本発明を外れた比較例は、800MPa未満であって、高強度の焼結体を得られていない。さらに、Cr、Mo、Vを予合金として含む合金鋼粉（従来例1）では、弱酸化性の焼結雰囲気のため、高強度を得られていない。また、Mo、Ni、Cuを部分合金化した合金鋼粉（従来例2）で

は、低温焼結、熱処理省略のため、引張強さ800MPa未満で高強度が得られていない。

#### 【0023】

【発明の効果】本発明によれば、弱酸化性雰囲気での低温焼結を施すことが可能となり、しかも熱処理を施さずに高強度の焼結部品が製造でき、経済的に安価な焼結部品を提供できるという、産業上格段の効果を奏する。